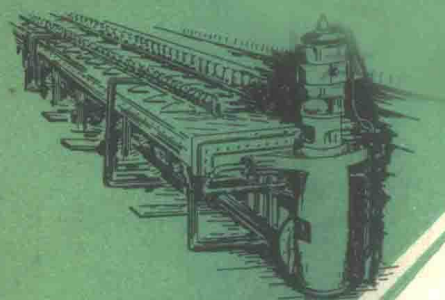




化学工业知识丛书

氯碱工业

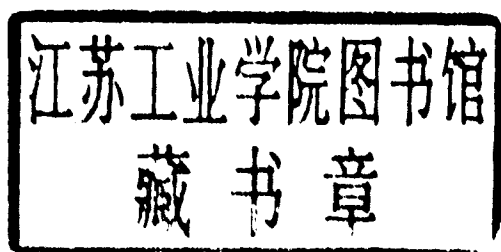
李全熙 编著

中国工业出版社

化学工业出版社藏

氯 碱 工 业

李全熙 編著



中国工业出版社

根据化学工业部高揚部长的指示，为适应化学工业的迅速发展，并給从事化学工业各級领导干部和一般工作人員提供必要的化工生产技术知識，特組織有关单位（或个人）編写这套“化学工业知識丛书”。

本书是丛书中的一册。内容共分三个部分：第一部分介紹了氯气和烧碱的生产，其中包括了隔膜法电解和水銀法电解的生产流程、主要設備、基本原理淺述和烧碱的性质、用途等等。第二部分介紹了几种常見氯产品如液氯、盐酸及氯化氫气、漂白剂的生产方法、主要設備和产品性质、用途等。扼要介紹了六六六、滴滴涕、敌百虫、聚氯乙炔及含氯溶剂等。第三部分介紹了氯碱工业的发展过程和趋势。

本书編写工作曾获得化学工业部第一設計院领导的支持和該院一室同志的协助。

本书主要供化学工业部門的领导干部和一般工作人員閱讀，也可供化工厂职工和化工专业院校师生参考。

化学工业知識丛书

氯 碱 工 业

李 全 熙 編 著

*

化学工业部图书編輯室編輯(北京安定門外和平里七区八号樓)

中国工业出版社出版(北京佟麟閣路丙10号)

北京市书刊出版业營業許可証出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $9^{1/2}$ ·插頁2·字数170,000

1965年8月北京第一版·1965年8月北京第一次印刷

印数0001—3,930·定价(科四)0.90元

*

統一书号：15165·3632(化工-403)

序

目前化学工业部門有些工作人員和領導干部由于缺乏必要的化工生产技术知識，而感到工作困难。“化学工业知識丛书”就是为帮助这些同志取得化工专业基本知識而編写的。

化学工业部图书編輯室着手編輯这部丛书已經有一年多的時間了。編輯室的同志們在拟制編輯方案、邀請专家編写和联系出版方面，做了不少的工作。中国工业出版社在印制出版工作中給了很大的支持。丛书作者在工作之余，为搜集参考資料和执笔写作，付出了辛勤的劳动。这样，才使丛书有可能按計劃陸續出版。在这里，我謹以編写本丛书的倡議人和本丛书最早讀者的身份向各位作者和参与編輯出版工作的同志們表示热誠的感謝。

我学习化工生产技术常識，“如渴思飲”，但是过去沒有找到适当的書籍，化学工业部門許多同志当与我有同感。本丛书內容的繁簡和深淺对有些同志也許算是适当的；但是有些同志可能还看不懂。我希望目前还看不懂这部丛书的同志，先下功夫，从化学常識学起，并且参加生产实践，爭取短期內在別人的帮助下能看懂其中的两三冊。对参加化工生产較久，又注意学习的同志來說，讀讀本丛书的“化学工业概論”和与自己业务相近的几个专冊，无疑也会增加一些知識。因此，我希望化学工业部門

IV

沒有化工技術知識或者知識還不豐富的同志們，把本叢書中的兩三冊或者三五冊當做必讀的書籍。

本叢書編審工作稍嫌倉促，內容不妥之處，在所難免，切望叢書讀者和有機會翻閱本叢書的專家同志們批評指正。

高 揚 一九六四年二月廿一日

編 著 者 的 話

氯碱工业是重要的基本化学工业。解放以来，我国氯碱工业的生产和技术都获得了迅速的发展。本书的目的就是介绍有关氯碱工业的生产技术和发展情况。

在编写方面，重点是介绍氯气和烧碱生产技术的基本知识；未多作理论方面的阐述，但对必要的基本概念作了常识性的浅释。相对地说，对于关键部分如电解方面等叙述稍多，而对枝节部分则尽量作了简节。

氯气可以制成氯产品，氯产品和氯碱生产有着不可分割的关系。但是氯产品的种类极多，涉及的面很广，因此难于在本书中全部包括，本书只着重介绍了几种常见的无机氯产品如液氯、盐酸、漂白剂；在有机氯产品方面，仅对几种主要的农药、塑料、含氯溶剂等作了比较简单的叙述，借以说明氯产品和氯碱生产之间的关系。读者如果对氯产品有兴趣进一步了解，可以参阅各该行业的有关专著。

应当说明的是：编者对氯碱工业的了解很不够，知识和经验都很缺乏。因此所述不一定恰当，还会存在许多缺点甚至错误，殷切地希望读者给予批评和指正。

李全熙 1964年10月

目 录

序

編著者的話

緒論	1
----------	---

第一部分 氯气和烧碱的生产

第一章 总述	7
--------------	---

第二章 盐水精制	11
----------------	----

第一节 原料	11
--------------	----

一、食盐的种类	11
---------------	----

二、食盐的性质和成分	11
------------------	----

第二节 精制过程	14
----------------	----

一、概述	14
------------	----

二、隔膜法盐水精制的流程	15
--------------------	----

三、水銀法盐水精制的流程	19
--------------------	----

第三节 盐水精制的主要設備——盐水澄清桶	24
----------------------------	----

第三章 电解食盐的原理浅述	28
---------------------	----

第一节 概述	28
--------------	----

第二节 法拉第定律与电流效率	32
----------------------	----

第三节 槽电压与电能的消耗	34
---------------------	----

第四章 隔膜法电解	42
-----------------	----

第一节 隔膜法电解的原理浅释	42
----------------------	----

一、过程概述	42
--------------	----

二、阳极及阳极室	44
----------------	----

三、阴极及阴极室	48
四、隔膜	50
第二节 水平式及立式纸隔膜电解槽	52
一、水平式隔膜电解槽	52
二、立式纸隔膜电解槽	55
第三节 立式吸附隔膜电解槽	63
第四节 隔膜法电解槽的操作	80
一、电解槽的联接	80
二、电解生产和检修	82
三、安全技术	85
第五节 隔膜电解工段的生产流程	86
一、电解生产	86
二、电解槽的修理	88
第六节 隔膜法电解槽的发展趋势	90
第五章 整流	92
第一节 电动-直流发电机组	93
第二节 水银整流器	95
第三节 接触变流器	96
第四节 半导体整流器	97
第六章 电解碱液的蒸发	101
第一节 概述	101
第二节 碱液蒸发的过程	109
一、蒸发的顺流操作	111
二、蒸发的逆流操作	117
三、在蒸发过程中去除硫酸盐	118
第三节 电解碱液蒸发的主要设备——蒸发器	120
一、标准式蒸发器	120
二、悬筐式蒸发器	123
三、强制循环蒸发器	123

VI

四、列文型蒸发器	127
第七章 固碱	130
第一节 烧碱的性质和用途	130
第二节 固碱的生产	132
一、用直接火加热的間断式生产固碱的流程	133
二、連續式生产固碱的流程	137
第三节 固碱与液碱的比例問題	141
第八章 水銀法电解	144
第一节 水銀法电解的原理 浅释	144
第二节 水平式水銀法电解槽	153
第三节 立式水銀法电解槽	175
第四节 水銀法电解槽的操作	179
第五节 水銀法电解的生产流程	184
第六节 水銀电解槽的发展趋势	185
第九章 氯气的干燥和輸送、氢气的处理和輸送 ..	189
第一节 氯气干燥的生产过程	189
第二节 氯气压缩机	196
第三节 氢气的处理和輸送	199

第二部分 几种常見的氯产品

第十章 液氯	202
第一节 氯气及液氯的性质和用途	202
第二节 液氯的生产	207
一、氯气的液化	207
二、液氯的生产流程	210
三、液氯的包装和运输	217
四、氯气的緩冲	220
第十一章 盐酸及氯化氢气	221

第一节	盐酸的性质和用途	221
第二节	盐酸的生产	222
第三节	氯化氢气的生产	226
第四节	合成盐酸的主要设备	229
第十二章	含氯漂白剂	236
第一节	漂白粉	236
一、	漂白粉的性质和用途	236
二、	漂白粉的生产	238
第二节	漂白液	242
一、	漂白液的性质和用途	242
二、	漂白液的生产	246
第三节	漂粉精	248
一、	漂粉精的性质和用途	248
二、	漂粉精的生产	251
第四节	亚氯酸钠	256
一、	亚氯酸钠的性质和用途	256
二、	亚氯酸钠的生产	258
第五节	含氯漂白剂的发展趋势	262
第十三章	几种常见的有机氯产品	264
第一节	农药	264
一、	六六六	264
二、	滴滴涕	266
三、	敌百虫	268
第二节	塑料	269
聚氯乙	烯	269
第三节	含氯溶剂	272
一、	三氯乙烯及四氯乙烯	272
二、	二氯乙烷及氯乙烷	273
三、	四氯化碳	273

X

第四节	氯丁橡胶	274
第五节	环氧乙烷及乙二醇	275

第三部分 氯碱工业的发展趋势

第十四章	氯碱工业的发展趋势	277
------	-----------------	-----

緒 論

氯氣具有極廣泛的用途，燒鹼是最基本的化工原料，氫氣的用途也很大，因此，電解食鹽生產氯氣、燒鹼和氫氣的氯鹼工業，就成為化學工業中的重要基本工業。近年來氯鹼的產量在許多國家里都有較大的增長；而我國的氯鹼工業解放以後則以更高的速度發展着，並在國民經濟中起着重要的作用。

一、氯氣 用氯氣製造的產品種類很多，用途涉及的面也極廣，在這裡難於一一列述，僅略述其主要產品的主要方面。

首先讓我們看看無機氯產品方面的情况：

液氯 它是很多氯產品的原料。此外，它可以用來作城市及工業用水的消毒、下水的消毒、造紙工業中的制漿、漂白、紡織工業的漂白等。

鹽酸和氯化氫氣 鹽酸是三酸之一，用途是多方面的。可以作化學醬油、味精等調味品，也可以清洗鋼板、製造無機氯產品。而氯化氫氣則是製造聚氯乙烯和氯丁橡膠的主要原料。

漂白劑 如漂白粉、漂白水、漂粉精、亞氯酸鈉等，是紡織、漂染和造紙工業必不可缺的原材料。漂粉精等易于攜帶還可用于行軍時飲用水的消毒。

其它如冶金工業中用氯氣制得**氯化鎂**，然後生產金屬

鎂；用氯气氯化鈦矿制得**四氯化鈦**，然后生产金属鈦；用氯气制得**四氯化硅**以生产硅等。鎂是重要航空材料，鈦是噴气式飞机必需的材料，也是防腐性能极好的金属，它越来越多地被采用在化学工业中。硅是貴重的半导体材料，也是各种有机硅化合物的原料。氯化法冶金的生产正在迅速地发展着。

又如：**氯酸鎂**是棉花的脫叶剂，**氯酸鈣**和**氯酸鈉**是除草剂，使用它們可以大量節約农业劳动力和提高收获量。**氯酸钾**是火柴的主要原料。**三氯化鋁**是石油裂解和有机合成时大量耗用的触媒，也是制造染料的化学品。**三氯化鉄**大量用于水处理。**三氯化磷**用于制造染料和农药。**五氯化磷**用于制造医药如維生素 B₁（硫胺素）和盐酸普魯卡因等。

再如：用氯酸鈉可以制成**过氯酸鈉**、**过氯酸钾**、**过氯酸鉀**。而这些过氯酸盐則是火箭固体燃料的氧化剂。

虽然主要的无机氯产品已有上述各方面的用途，但是有机氯产品的品种更多，用途更广。而近三十年来氯碱工业之所以发展极为迅速，主要也是由于用氯气制造的有机产品的迅速增加。以下是有机氯产品的情况：

农药 农药的种类很多，其中以氯气为原料的占了主要的地位。**六六六**、**滴滴涕 (DDT)**、**敌百虫**、**乐果**、**氯丹**等都是用途广、收效大、需要量多的杀虫剂。**二氯乙烷**作薰蒸剂可以防治粮食仓库害虫。**六氯苯**和**五氯酚**都是杀菌剂，可以防治农作物的病害。此外，五氯酚还可以作除草剂，特别是用于稻田除稗草，也可用于杀除传播血吸虫病的釘螺。并可作铁路枕木的防腐剂。**2,4-滴 (2,4-D)**

及 2, 4, 5-涕 (2,4,5-T) 都是除草剂和生长调节剂, 不仅除草效果良好, 而且促使植物成长迅速, 产量增加。三氯杀螨砒, 可以杀灭果树和棉花上的红蜘蛛, 是特效的杀螨剂。

聚氯乙烯是用途最广泛的塑料之一, 可以用作电气绝缘和防腐材料, 也可以加工制成薄膜、板材、管子、管件、设备及设备零件、人造革等, 还可以抽成丝代替棉花。聚氯乙烯也可以和别的合成纤维共聚, 制成别的合成纤维。如与丙烯腈共聚、与聚偏二氯乙烯共聚等。聚氯乙烯被采用在建筑方面用作屋面材料、地板、墙板、水落管等以后, 需要的量更大了。

用过氯乙烯制造的油漆具有高度的耐腐蚀性质。过氯乙烯制成的合成纤维, 得到了广泛的应用。

氯丁橡胶具有抗强酸腐蚀、抗有机溶剂及油类的特性, 可以作成胶管、输送带、电缆及导线的绝缘材料。

三氯乙烯是一种良好的溶剂, 大量用于金属的去油渍方面, 免去了用人力清除油渍的大量繁琐劳动, 而且清洗效果好。它也用于纺织品的干洗。最好的干洗剂是四氯乙烯, 干洗衣物和纺织品用它最好。

氯甲烷、二氯甲烷、三氯甲烷及四氯化碳都是很有价值的有机溶剂。氯甲烷又是有机硅高分子聚合物生产中的主要中间产品, 而有机硅高分子聚合物则可作润滑材料、塑料、合成橡胶。氯甲烷、二氯甲烷及四氯化碳都可用来制造“氟利昂”冷冻剂, 氟利昂是最好的冷冻剂, 大量用于制冷和冷藏工业以及民用冰箱中。四氯化碳还可以供作灭火剂, 并且是作合成纤维的原料。三氯甲烷还可用来

制造聚四氟乙烯塑料，这是一种耐腐蚀性最强的塑料。

氯乙烷大量用于制造四乙基铅，而由四乙基铅制成的乙基液则是石油工业中改善液体燃料性能的抗震剂。

二氯乙烷也是含氯溶剂，它还是制造聚氯乙烯的主要原料和乙基液的渗合剂。

环氧乙烷及乙二醇这两种产品中都不含氯，但要用氯气来制造。先是用氯气制氯乙醇，然后再用氯乙醇制成环氧乙烷及乙二醇。乙二醇可以作农药的乳化剂、炸药及油漆；是大量耗用于汽车方面的抗冻剂。此外，它还是制造合成纤维——特丽纶的主要原料。

环氧氯丙烷及合成甘油，也是用氯气制成的。环氧氯丙烷是制造环氧树脂的重要原料。而甘油是制造醇酸树脂的主要原料，也是制造炸药、卷烟、医药、油漆、化妆品的重要原料。

制造酚醛塑料或合成纤维——卡普纶时都需要大量的苯酚。而**氯苯**则是制造苯酚的原料。同时它还是制造染料的原料。

又如**氯化石蜡**可以用作塑料的增塑剂，**一氯醋酸**可以作染料和农药等。

二、烧碱 烧碱和氯气一样，也是用途极广的化工原料。虽然随着有机合成工业的发展，将来它的用量也许不能和氯气完全相称，但毫无疑问仍然是一种具有产量大、用户多的大宗产品。

烧碱的绝大部分耗用在工业上，几乎所有的工业部门都需要它。首先是纺织工业，在制造粘胶纤维（即人造丝）时需要大量高质量的烧碱。在造纸工业纸浆制造中，它也

是主要的原料，紙漿的漂白也需要它。肥皂及合成洗滌劑都以燒鹼為主要原料。冶金工業如制鋁等也需要大量燒鹼，石油工業的石油淨化也要用燒鹼來進行加工，至於化學工業本身則不論是染料、塑料、葯劑、各種有機物中間產品以及氣體的精制等更是離不開燒鹼。

三、氫氣 在食鹽電解時除去生產氯氣和燒鹼外，還產生氫氣。氫氣的用途也很大，但是從數量上來看，氯鹼廠產生的氫氣遠不如用其它方法生產得多。所以主要用于氯鹼廠內部，較少出售。如出售時大都供給鄰近的植物油硬化的工廠，有時也把氫氣供給氮肥廠作合成氨，如果氯鹼廠完全不用自產的氫氣，那麼，一個年產10萬噸氯氣的工廠它的氫氣能供一個年產約1.4萬噸合成氨生產的需要，當然，對合成氨廠來講還是太少。但是電解食鹽制得的氫氣純度高、成本低，適于有機化學工業中的“加氫”之用，例如用苯酚加氫制環己醇以生產卡普綸单体；及巴豆醛加氫制丁醇、丁醛；辛烯醛加氫制辛醇等。氫氣在氯鹼廠的應用還在于：與氯氣合成氯化氫供制氯丁橡膠或聚氯乙稀等。

從上述情況來看，不論是生產還是生活、是農業還是工業、是重工業還是輕工業、是基本工業還是尖端技術，等等，都和氯鹼工業有着極為密切的聯系。

同時也說明氯鹼工業是化學工業中極為重要的基本工業。它是有機合成、塑料、合成纖維、合成橡膠、農葯、染料等的基本原料。我們清楚地看到，只有提高了氯鹼工業的生產技術水平，才能為各種各樣的工業提供大量價廉物美的原料。今天，在世界範圍來看，不包括氯產品在內，

仅就氯气和烧碱的生产能力而言，每年各达1200万吨以上，而且还在繼續增长着。这足以說明它的地位和前途。

解放以前我国的氯碱工业基础极为薄弱，不仅产量很少，技术很落后，甚至連一种有机氯产品也不产；直到解放以后在党的正确领导下，才获得了高速度的发展。产量增加了几十倍，品种也大大的扩大了，同时也培养和建立了自己設計、建設、生产的技术队伍；取得了輝煌的成就。但是与国民經济的需要相比，与氯碱工业比較发达的其它国家相比，我国氯碱工业目前的生产和技术水平还是比较低的。今后必会在党的领导下、总路綫的指引下进一步革新技术、扩大生产、改善管理、而飞跃前进，并且繼續多、快、好、省地滿足国民經济各部門的日益增长的需要。